

## **PROCEDE DE GESTION D'UNE UNITE DE STOCKAGE NUMERIQUE**

L'invention concerne un procédé de gestion d'une unité de stockage numérique, notamment en vue de sa sauvegarde, et plus particulièrement d'une telle unité divisée en secteurs.

On rappelle en premier lieu qu'il existe trois types de sauvegarde pour une unité de stockage :

- la sauvegarde complète. Cette sauvegarde donne une image physique de l'unité de stockage ;

- la sauvegarde partielle. Il s'agit de sauvegarder les modifications depuis la dernière sauvegarde complète. Ce mode de sauvegarde permet de reconstituer l'unité de stockage rapidement mais ne permet pas de remonter dans le temps ;

- la sauvegarde incrémentale. Il s'agit de sauvegarder les modifications depuis la dernière sauvegarde incrémentale (la sauvegarde complète étant la sauvegarde incrémentale de premier niveau). Ce mode de sauvegarde rend la reconstruction complète de l'unité moins rapide mais elle permet de remonter dans le temps.

Par ailleurs, en matière d'informatique, la taille des disques durs (unités de stockage numérique à accès direct) ne cesse d'augmenter alors que les appareils de sauvegarde évoluent moins rapidement.

Cela pose à la fois un problème économique, vu le coût élevé des dispositifs de sauvegarde par rapport à celui des disques durs, et un problème technique, vu la durée trop longue des opérations de sauvegarde et souvent l'obligation de répartir celle-ci sur plusieurs supports physiques avec les manipulations humaines que cela implique.

Pour contourner ces problèmes, on utilise de plus en plus souvent un deuxième disque dur pour effectuer la sauvegarde des données mais cette technique présente plusieurs inconvénients :

- en cas de vol ou d'incendie, la perte de l'ordinateur entraîne la disparition simultanée des données et de la sauvegarde ;
- on ne dispose que d'un seul niveau de sauvegarde avec l'impossibilité de remonter dans le temps pour restaurer une situation antérieure.

D'autre part, l'augmentation des débits sur Internet (ex : ADSL) autorise l'utilisation de ce média pour effectuer des sauvegardes « à distance ». Là également, l'importance du volume des données pose un problème. En effet, la durée d'une sauvegarde via Internet détermine le coût de celle-ci et peut même la rendre physiquement impossible.

Pour contourner ces problèmes, on ne sauvegarde que les fichiers modifiés depuis la dernière sauvegarde complète mais là aussi, la méthode présente plusieurs inconvénients :

- si un fichier très volumineux a été modifié, le fichier complet sera sauvegardé alors que la modification ne porte souvent que sur une petite partie de celui-ci. Il existe des solutions logicielles pour contourner ce problème mais elles sont fort complexes à mettre en œuvre et demandent des ressources matérielles importantes ;
- le programme de sauvegarde dépend du système d'exploitation (OS). Il faut donc écrire un programme de sauvegarde pour chaque OS supporté. La prise en compte de la présence de plusieurs partitions avec des OS différents sur un même ordinateur, n'est pas possible ;
- la restauration complète de l'ordinateur est souvent rendue très complexe par le système d'exploitation. Par exemple, la restauration des registres de certains OS est particulièrement délicate ;

- les fichiers supprimés doivent être gérés par le programme de sauvegarde car ils seront indésirablement restaurés sur le disque dur en cas de rechargement de la sauvegarde complète initiale ;
- la sauvegarde en temps réel, c'est-à-dire pendant l'utilisation normale du disque dur est impossible ou extrêmement difficile à programmer. Cet inconvénient, même s'il n'est pas gênant pour un utilisateur de PC, peut l'être pour le fournisseur du service de sauvegarde par Internet. En effet, cet opérateur ne pourra pratiquement utiliser que quelques heures d'inactivité journalière pour sauvegarder un très grand nombre d'ordinateurs.

La présente invention vise à pallier ces inconvénients.

Plus particulièrement, l'invention a pour but d'apporter la possibilité d'effectuer des sauvegardes d'une unité de stockage avec les caractéristiques suivantes :

- indépendance vis-à-vis du logiciel (système d'exploitation) ;
- économie de volume (quantité de données) et de temps pour les opérations de sauvegarde ;
- blocage minimum de l'unité pendant la sauvegarde (pratiquement en temps réel).

Le principe de l'invention est de développer une technique permettant au contrôleur de l'unité de stockage de maintenir automatiquement une carte des secteurs modifiés afin de rendre possible la gestion des sauvegardes par secteurs plutôt que par fichiers.

Ce principe permettra d'atteindre les objectifs visés dans la mesure où :

- le secteur est une notion physique et donc indépendante du système d'exploitation utilisé ;

- en connaissant les secteurs qui ont été modifiés, on pourra ne sauvegarder que les données "physiquement" modifiées afin de réaliser une économie de volume et de durée ;
- enfin, en partant du principe que la table des secteurs modifiés est gérée dynamiquement par le contrôleur, on pourra réaliser les sauvegardes pratiquement en temps réel.

L'invention a tout d'abord pour objet un procédé de gestion d'une unité de stockage numérique divisée en secteurs, notamment en vue de sa sauvegarde, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à :

- créer une première table dont chaque élément correspond à un secteur de l'unité de stockage ;
- initialiser ladite première table ;
- lors d'une première modification d'un secteur après ladite initialisation, modifier l'élément de la première table correspondant à ce secteur ;
- ne pas modifier un élément de la première table lors d'une modification du secteur qui lui correspond si l'élément a déjà été modifié ;
- réinitialiser ladite première table lors de l'occurrence d'un premier événement prédéterminé.

La création et l'initialisation de ladite première table peuvent intervenir lors du formatage de l'unité de stockage.

La réinitialisation de ladite première table intervient notamment lors d'une sauvegarde complète ou incrémentale de l'unité de stockage.

Dans un mode de mise en œuvre particulier de l'invention, le procédé comprend l'étape consistant à créer et à maintenir une copie de ladite première table, et à réinitialiser ladite copie lors de l'occurrence d'un deuxième événement prédéterminé.

La réinitialisation de ladite copie intervient alors notamment lors d'une sauvegarde partielle de l'unité de stockage.

Egalement dans un mode de mise en œuvre particulier de l'invention, le procédé comprend les étapes consistant à :

- créer une deuxième table dont chaque élément correspond à un groupe de secteurs de l'unité de stockage ;
- initialiser ladite première table ;
- lors d'une première modification d'un secteur d'un groupe de secteurs après ladite initialisation, modifier l'élément de la deuxième table correspondant à ce groupe de secteurs ;
- ne pas modifier un élément de la deuxième table lors d'une modification d'un secteur du groupe de secteurs qui lui correspond si l'élément a déjà été modifié ;
- réinitialiser ladite deuxième table lors de l'occurrence dudit premier événement prédéterminé.

La création et l'initialisation de ladite première table peuvent intervenir lors du formatage de l'unité de stockage.

La réinitialisation de ladite deuxième table intervient notamment lors d'une sauvegarde complète ou incrémentale de l'unité de stockage.

Dans un mode de mise en œuvre particulier de l'invention, le procédé l'étape consistant à créer et à maintenir une copie de ladite deuxième table, et à réinitialiser ladite copie lors de l'occurrence d'un deuxième événement prédéterminé.

La réinitialisation de ladite copie intervient notamment lors d'une sauvegarde partielle de l'unité de stockage.

Ladite première table peut être créée sur ladite unité de stockage.

Au contraire, ladite deuxième table peut être créée en mémoire vive dans le contrôleur de ladite unité de stockage.

L'invention a également pour objet un procédé de sauvegarde complète ou incrémentale d'une unité de stockage numérique divisée en secteurs, caractérisé par le fait que l'unité de stockage est gérée par un procédé tel que décrit ci-dessus, et qu'il comprend les étapes consistant à :

- sauvegarder l'un après l'autre les secteurs indiqués comme modifiés dans ladite première table ;
- réinitialiser au fur et à mesure les éléments de ladite première table correspondant aux secteurs sauvegardés.

L'invention a également pour objet un procédé de sauvegarde partielle d'une unité de stockage numérique divisée en secteurs, caractérisé par le fait que l'unité de stockage est gérée par un procédé tel que décrit ci-dessus, et qu'il comprend les étapes consistant à :

- sauvegarder l'un après l'autre les secteurs indiqués comme modifiés dans ladite première table ;
- réinitialiser au fur et à mesure les éléments de la copie de la première table correspondant aux secteurs sauvegardés.

L'invention a également pour objet un contrôleur d'unité de stockage numérique divisée en secteurs, caractérisé par le fait qu'il est agencé pour la mise en œuvre d'un procédé tel que décrit ci-dessus.

On décrira maintenant, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation particulier de l'invention, en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels :

- la figure 1 illustre un ordinateur dont l'unité de stockage est gérée conformément à l'invention ;

- la figure 2 illustre les tables utilisées pour gérer l'unité de stockage ; et

- la figure 3 est un organigramme d'une opération d'écriture sur l'unité de stockage.

Si l'on considère le fonctionnement actuel d'un ordinateur 1 au niveau de la gestion de son unité de stockage 2 (disque dur, RAID...), l'unité centrale 3 contient dans sa mémoire vive les programmes et les données en cours de traitement. La carte 4 contrôleur de disque est l'interface physique entre l'unité centrale et l'unité de stockage. Pour cela, le contrôleur dialogue d'une part avec l'unité centrale (Dialogue-1), et d'autre part avec l'unité de stockage (Dialogue-2) qui est divisée en « secteurs ». La taille du secteur est la quantité élémentaire d'informations qui peut être échangée en une opération entre le contrôleur et l'unité de stockage (souvent 512 octets).

Du point de vue pratique, ces dialogues se déroulent de la manière suivante :

- si l'unité centrale 3 requiert une information contenue dans le secteur X de l'unité de stockage 2, elle demande au contrôleur 4 de lire ce secteur X. Le contrôleur se charge de réaliser physiquement cette demande et envoie le résultat (512 octets) à l'unité centrale 3.
- pour l'écriture, l'opération est inversée. L'unité centrale 3 envoie le nouveau contenu du secteur X au contrôleur 4 et lui demande d'écrire ce contenu à l'adresse X. Le contrôleur se charge de réaliser physiquement cette demande.

L'unité de stockage 2 contient ici deux tables M1 et T1 et le contrôleur 4 contient deux tables M2 et T2. M1 est une carte des secteurs modifiés et T1 est une carte temporaire semblable à M1. Les tables M2 et T2 assurent un repérage rapide dans les tables M1 et T1.

En effet, pour pouvoir réaliser une sauvegarde partielle (non incrémentale) en temps réel, il est nécessaire de disposer d'une table temporaire T1 identique à M1 ainsi que d'une table de deuxième niveau T2 identique à M2, afin de conserver une carte des modifications effectuées depuis la dernière sauvegarde complète.

On voit à la figure 2 que les tables M1 et T1 sont des suites de bits  $M1(N)$ ,  $T1(N)$  dans lesquelles le bit de rang N est associé au secteur d'adresse N de l'unité 4. Les tables M2 et T2 sont également des suites de bits  $M2(N)$ ,  $T2(N)$  dont le bit de rang N est associé à un N<sup>ème</sup> groupe de secteurs.

La première commande spécifique à l'invention ajoutée au dialogue 1 est une demande de formatage spécifique (en mode qui sera ultérieurement dénommé "mode ASM") de l'unité de stockage 2. Le dialogue 2 permettra au contrôleur d'effectuer ce formatage afin de réserver de l'espace pour M1 et T1 en réduisant le nombre de secteurs réellement utilisables pour les données. Ce nombre ainsi qu'un "marqueur ASM" seront écrits au début de la table M1 afin de permettre au contrôleur de reconnaître le type de format.

Il est important de signaler que l'espace nécessaire pour stocker M1 et T1 sera approximativement d'un demi millième de l'espace total. La capacité d'une unité de stockage formatée en mode ASM sera donc pratiquement identique à celle d'une unité en format conventionnel.



L'espace de mémoire vive nécessaire sur le contrôleur pour gérer les tables M2 et T2 sera quant à lui tout à fait négligeable (quelques Ko).

Pour rester compatible avec un fonctionnement conventionnel, la carte contrôleur 4 doit bien entendu continuer à assumer la lecture et l'écriture d'un secteur N par l'unité centrale.

Si le disque n'a pas été formaté en mode ASM, on effectue l'opération exactement comme dans le cas d'un contrôleur classique. Dans le cas contraire, les tables ayant été initialisées lors de la dernière sauvegarde comme cela sera décrit ci-après, l'opération se décompose comme montré à la figure 3.

On détermine en 10 et 11 avec M1, M2 (ou T1 et T2) l'état du secteur N, déjà déclaré modifié ou non.

Si le secteur a déjà été modifié, on procède à l'écriture en 12.

Dans le cas contraire, on met à jour en 13 et 14 les tables M1, M2, T1 et T2 pour marquer le secteur N comme modifié et on écrit le secteur N.

Pour la lecture d'un secteur N, aucune opération supplémentaire n'est nécessaire sinon la localisation différente du secteur N suivant que l'unité de stockage est formatée en mode ASM ou non.

Du point de vue pratique, les tables M2 et T2 peuvent se reconstruire à partir de M1 et T1 mais cette opération demande quelques secondes pour la lecture complète de M1 et T1 sur l'unité de stockage. Aussi, afin d'éviter le plus possible cette perte de temps, on ajoute une commande (Dialogue 1) afin de pouvoir mémoriser les tables de second niveau M2 et T2 sur l'unité de

stockage au moment de l'arrêt physique de celle-ci. Lors de la mise en route, un marqueur permet de savoir si les tables M2 et T2 doivent être reconstruites ou simplement lues.

A ce stade, un moyen est donc disponible permettant de savoir si un secteur N a été modifié ou non. Il faut maintenant déterminer de quelle manière réaliser les sauvegardes et assurer le retour à l'état non modifié pour un secteur.

Afin d'automatiser au maximum les trois types de sauvegarde mentionnées ci-dessus, on ajoute trois commandes au dialogue 1 permettant de placer le contrôleur dans le mode de sauvegarde désiré et de le laisser assurer les opérations internes via le dialogue 2 jusqu'à la fin de la sauvegarde. Le retour à l'état normal se faisant alors automatiquement et la remise à l'état "non modifié" pour les secteurs sauvegardés étant également transparente pour l'unité centrale.

Une fois le système placé dans un mode de sauvegarde, on utilise une commande supplémentaire pour fournir à chaque demande provenant de l'unité centrale, le prochain secteur à sauvegarder ou signaler la fin de la sauvegarde.

Pour ne sauvegarder, même en mode complet, que les parties réellement utilisées de l'unité de stockage, on fournit, avec le secteur à sauvegarder, un compteur de répétition. Par exemple, si après formatage d'une zone de l'unité, cette zone contient des secteurs tous identiques, alors la sauvegarde de cette zone ne nécessite que la sauvegarde de son premier secteur et du nombre de secteurs qui la compose.

Pour permettre la sauvegarde en temps réel, une commande donne le nombre de secteurs restants à sauvegarder et une autre commande permet de bloquer et débloquer l'unité de stockage vis-à-vis des écritures demandées par l'unité centrale. De cette manière, la

système de sauvegarde peut suivre l'évolution du nombre de secteurs restant à sauvegarder et en cas de diminution trop lente, bloquer temporairement l'unité de stockage.

Des commandes permettent également d'écrire un programme de sauvegarde pour un système d'exploitation particulier tout en permettant de tirer profit de la connaissance des secteurs modifiés.

Un tel programme perd une partie des intérêts du mode ASM comme l'indépendance vis-à-vis du système d'exploitation, mais permet une gestion plus classique des fichiers.

On peut en outre prévoir l'utilisation d'une mémoire cache spécifique à M1, qui améliore également les performances globales.

On résumera maintenant les commandes que le contrôleur doit gérer.

1) Formatage spécifique de l'unité de stockage.

Soit NS le nombre de secteurs de données disponibles après ce formatage.

Soit NSM le nombre de secteurs non sauvegardés (au départ, NSM=NS).

2) Donner le nombre de secteurs de données (NS).

3) Passer en mode sauvegarde complète.

Marquer tous les secteurs comme modifiés (NSM=NS).

Rester dans ce mode tant que NSM>0.

4) Passer en mode sauvegarde partielle et y rester tant que NSM>0.

5) Passer en mode sauvegarde incrémentale et y rester tant que  $NSM > 0$ .

6) Donner l'adresse  $X$  ( $1 \leq X \leq NS$ ,  $0 = FIN$ ) du prochain secteur pointé comme modifié, le nombre de répétitions successives ( $N$ ) et le contenu de ce secteur.

- Décrémenter  $NSM$  de  $N+1$ .

- En mode sauvegarde complète ou incrémentale, réinitialiser les éléments  $X$  à  $X+N$  de la table  $M1$  de manière à ne plus pointer les secteurs sauvegardés comme modifiés.

On rappelle qu'il y a "répétition successive" pour le secteur  $X$  si le prochain secteur modifié est  $X+1$  et que les contenus des secteurs  $X$  et  $X+1$  sont identiques.

7) Donner le nombre de secteurs modifiés restants ( $NSM$ ).

8) Bloquer / débloquent l'unité en écriture.

9) Réécrire un secteur à partir de son adresse  $X$  ( $1$  à  $NS$ ) et de son contenu pendant le blocage de l'unité (éventuellement avec un facteur de répétition  $N$ ).

10) Arrêt de l'unité.

11) Donner l'état d'un secteur ou d'un groupe de secteurs connexes. La réponse est le nombre de secteurs marqués comme modifiés.

12) Gestion directe des tables  $M1$  et  $T1$  avec mise à jour automatique de  $M2$ ,  $T2$  et  $NSM$ .

La commande 1 permet de conserver les cartes M1 et T1 des secteurs modifiés sur l'unité elle-même. Les mémoires T1 et M1 sont réparties sur l'unité physique de manière à minimiser son temps de mise à jour suite à la modification d'un secteur de données.

Un marquage est prévu (dans la zone réservée à M1, T1, ...) pour permettre la reconnaissance du format spécial ASM et un espace complémentaire est prévu pour remplacer un secteur qui deviendrait défectueux.

Les commandes 3 à 8 permettent d'effectuer les trois types de sauvegarde de l'unité tout en limitant au minimum son indisponibilité en écriture. En effet, si l'on accepte de sauvegarder plusieurs versions d'un même secteur, il n'est pas nécessaire de bloquer l'unité pendant toute l'opération de sauvegarde.

De plus, la prise en compte des secteurs répétitifs permet de ne sauvegarder physiquement que les parties réellement utilisées sur l'unité de stockage.

La commande 10 permet de sauvegarder sur l'unité elle-même la table secondaire M2 et le compteur NSM gérés en mémoire vive par le contrôleur. On peut ainsi éviter de reconstruire cette table secondaire lors de la remise en route de l'unité de stockage par le contrôleur.

Les commandes 11 et 12 permettent d'écrire des programmes de sauvegarde / restitution pour un système d'exploitation particulier.

On remarquera qu'il est toujours possible de crypter et de compresser les informations sauvegardées de manière à sécuriser et à augmenter les performances de l'opération.

Quelques applications de l'invention sont données ci-après à titre d'exemple.

1) Possibilité de reconstituer ou de dupliquer une unité de stockage sans devoir la faire reconnaître par un système d'exploitation. De plus, la nouvelle unité de stockage peut avoir une plus grande capacité que l'ancienne sans qu'aucune manipulation logicielle ne soit nécessaire.

2) Possibilité de produire des unités physiques de sauvegarde indépendantes de tout système d'exploitation.

3) Possibilité de gérer économiquement et indépendamment des OS la sauvegarde de plusieurs PC sur un serveur (local ou distant) tout en ayant la possibilité de revenir de 1 à X jours en arrière.

Pour cela, on part d'une image du PC que l'on conserve, dans un fichier image  $F_i$ . Chaque jour, on conserve la sauvegarde incrémentale dans un fichier  $F_n$ . Pour reconstituer une situation après  $n$  jours de la sauvegarde initiale, il suffira de "rejouer"  $F_1$  à  $F_n$  sur une copie de  $F_i$ .

Lorsque le nombre de sauvegardes incrémentales arrive à  $X$  (nombre de jours d'historique désiré), il suffit de remplacer  $F_i$  par  $F_i + F_1$  ("rejouer"  $F_1$  sur  $F_i$ ) et d'effacer  $F_1$  ( $F_2$  devient  $F_1$ , ...).

4) Possibilité de gérer globalement la sauvegarde d'un disque supportant plusieurs OS.

5) Possibilité de minimiser les inconvénients résultants de l'usage d'une unité physique de sauvegarde (bande) de capacité plus faible que le volume total de l'unité de stockage, par exemple de maintenir les sauvegardes d'un disque de 100 Gb à l'aide d'une bande de 40 Gb.

6) Possibilité d'utiliser l'invention dans un programme conventionnel écrit pour un système d'exploitation donné. Dans ce cas, les gains d'espace et de temps sont conservés avec la possibilité en plus de travailler au niveau "fichier" même sur des supports séquentiels (bande).

Pour ce faire, on place en tête des sauvegardes (complètes, partielles ou incrémentales) la liste des fichiers (répertoire) avec liaison sur les secteurs (via les "clusters" de l'OS).

D'une manière générale, on remarquera que, du fait de l'indépendance vis à vis du logiciel, on risque de produire une sauvegarde "image" de l'unité de stockage à un instant donné qui n'est pas stable au point de vue du logiciel. Mais, si la sauvegarde est réalisée par l'OS, on peut laisser celui-ci responsable de la stabilité à cet instant. Sinon, on peut opérer la sauvegarde hors d'usage de l'unité.

Par ailleurs, dans le cas de sauvegardes physiques sur support séquentiel (bande), il peut être difficile de recharger une partie (par exemple un fichier particulier) de l'unité de stockage. Une première solution est de recharger la sauvegarde initiale + partielle comme un fichier "image" sur une autre unité de stockage à accès direct, puis d'utiliser un logiciel reconnaissant le type de partition utilisé pour extraire les données désirées. Une autre solution consiste à utiliser un programme écrit pour le système d'exploitation gérant l'unité à sauvegarder.

## REVENDICATIONS

1 - Procédé de gestion d'une unité de stockage numérique (2) divisée en secteurs, notamment en vue de sa sauvegarde, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à :

- créer une première table (M1) dont chaque élément correspond à un secteur de l'unité de stockage ;
- initialiser ladite première table ;
- lors d'une première modification d'un secteur après ladite initialisation, modifier l'élément de la première table correspondant à ce secteur ;
- ne pas modifier un élément de la première table lors d'une modification du secteur qui lui correspond si l'élément a déjà été modifié ;
- réinitialiser ladite première table lors de l'occurrence d'un premier événement prédéterminé.

2 - Procédé selon la revendication 1, dans lequel la création et l'initialisation de ladite première table intervient lors du formatage de l'unité de stockage.

3 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la réinitialisation de ladite première table intervient lors d'une sauvegarde complète de l'unité de stockage.

4 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la réinitialisation de ladite première table intervient lors d'une sauvegarde incrémentale de l'unité de stockage.

5 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant l'étape consistant à créer et à maintenir une copie (T1)



de ladite première table, et à réinitialiser ladite copie lors de l'occurrence d'un deuxième événement prédéterminé.

6 - Procédé selon la revendication 5, dans lequel la réinitialisation de ladite copie intervient lors d'une sauvegarde partielle de l'unité de stockage.

7 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant les étapes consistant à :

- créer une deuxième table (M2) dont chaque élément correspond à un groupe de secteurs de l'unité de stockage ;
- initialiser ladite première table ;
- lors d'une première modification d'un secteur d'un groupe de secteurs après ladite initialisation, modifier l'élément de la deuxième table correspondant à ce groupe de secteurs ;
- ne pas modifier un élément de la deuxième table lors d'une modification d'un secteur du groupe de secteurs qui lui correspond si l'élément a déjà été modifié ;
- réinitialiser ladite deuxième table lors de l'occurrence dudit premier événement prédéterminé.

8 - Procédé selon la revendication 7, dans lequel la création et l'initialisation de ladite deuxième table intervient lors du formatage de l'unité de stockage.

9 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, dans lequel la réinitialisation de ladite deuxième table intervient lors d'une sauvegarde complète de l'unité de stockage.

10 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, dans lequel la réinitialisation de ladite deuxième table intervient lors d'une sauvegarde incrémentale de l'unité de stockage.

11 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, comprenant l'étape consistant à créer et à maintenir une copie (T2) de ladite deuxième table, et à réinitialiser ladite copie lors de l'occurrence d'un deuxième événement prédéterminé.

12 - Procédé selon la revendication 11, dans lequel la réinitialisation de ladite copie intervient lors d'une sauvegarde partielle de l'unité de stockage.

13 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel ladite première table est créée sur ladite unité de stockage.

14 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, dans lequel ladite deuxième table est créée en mémoire vive dans le contrôleur de ladite unité de stockage.

15 – Procédé de sauvegarde complète ou incrémentale d'une unité de stockage numérique (2) divisée en secteurs, caractérisé par le fait que l'unité de stockage est gérée par un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, et qu'il comprend les étapes consistant à :

- sauvegarder l'un après l'autre les secteurs indiqués comme modifiés dans ladite première table ;
- réinitialiser au fur et à mesure les éléments de ladite première table correspondant aux secteurs sauvegardés.

16 – Procédé de sauvegarde partielle d'une unité de stockage numérique (2) divisée en secteurs, caractérisé par le fait que l'unité de stockage est gérée par un procédé selon l'une quelconque des revendications 5, 6, 11 et 12, et qu'il comprend les étapes consistant à :

- sauvegarder l'un après l'autre les secteurs indiqués comme modifiés dans ladite première table ;

- réinitialiser au fur et à mesure les éléments de la copie de la première table correspondant aux secteurs sauvegardés.

17 – Contrôleur (4) d'unité de stockage numérique divisée en secteurs, caractérisé par le fait qu'il est agencé pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

1/2

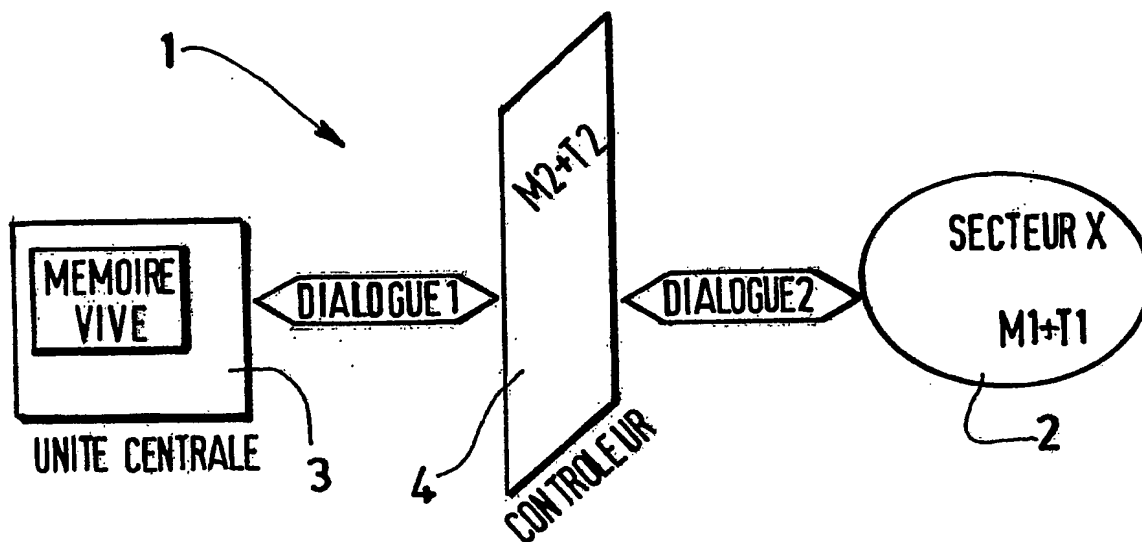


FIG.1

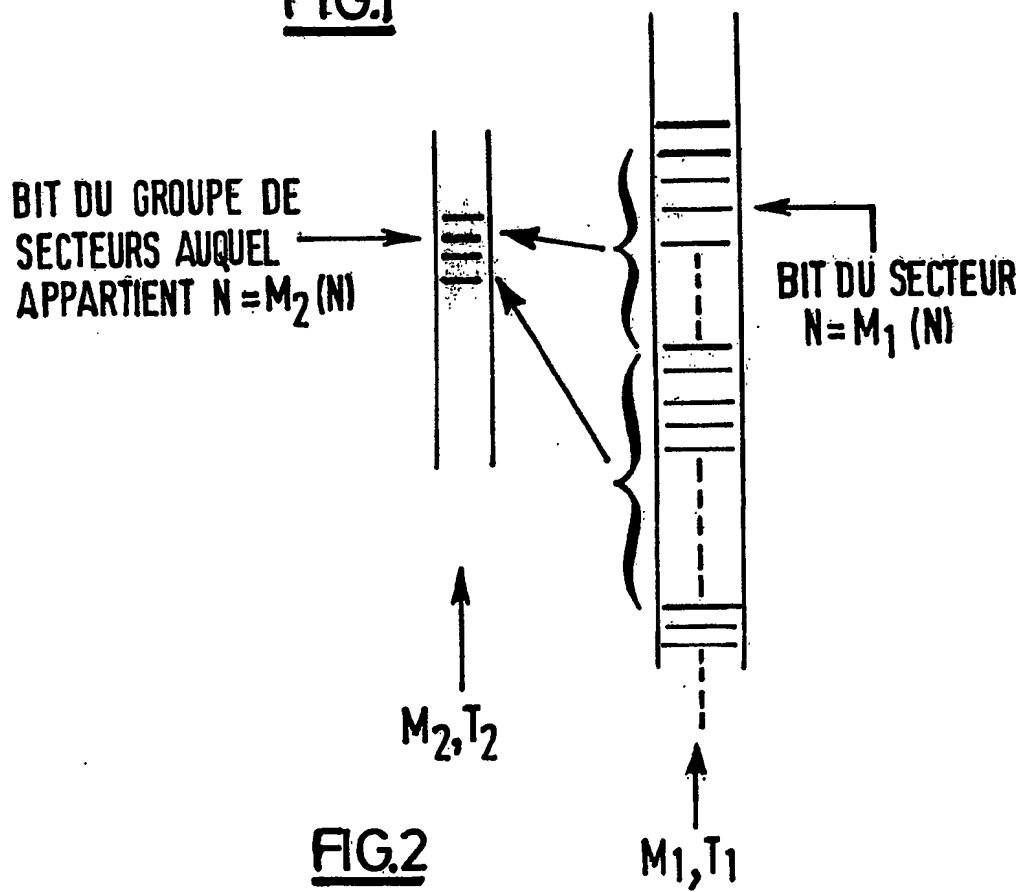
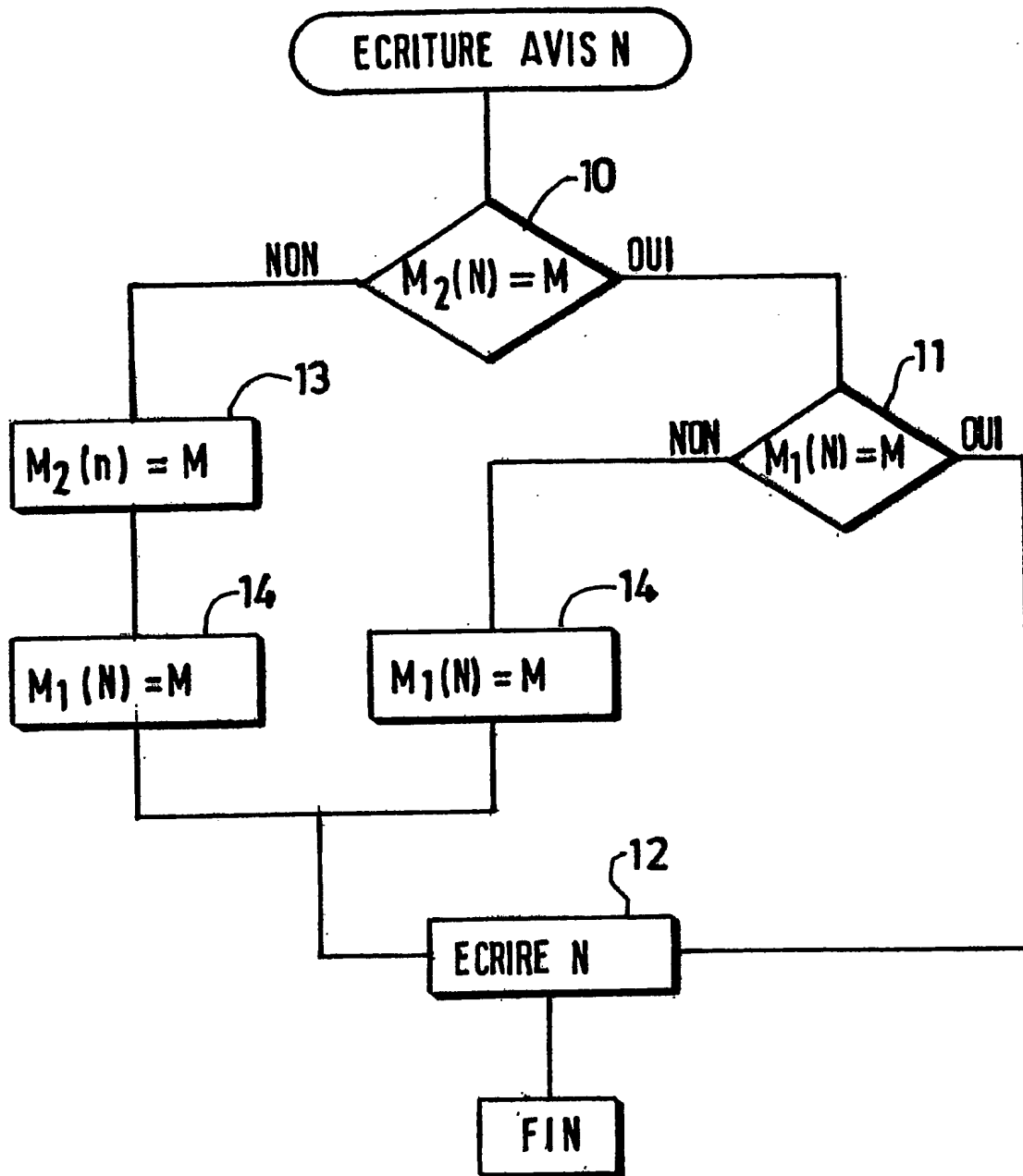


FIG.2

2/2

FIG.3